中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(3)：265～279 (1993)

山藥優良品系70W04之選育、栽培與品質研究[1]

劉新裕[2] 王昭月[3] 宋麗梅[2] 高介志[2]

摘要：山藥優良品系70W04在植物分類上近似於 *D. alata* L., 而山藥臺農1號則具有典型田薯 (*D. alata* L.) 之特性，二者同屬晚熟型白肉山藥。由三個連續栽培年度及三個不同地點之試驗結果可知，70W04及山藥臺農1號在單株平均塊莖收量、田間成活率及塊莖公頃產量三方面之表現均甚佳且穩定，二者同具有31 t／ha之生產能力，較中熟型白肉山藥品系70W03及早熟型紅肉之70R01爲高。由不同海拔之試驗結果可知，較高海拔對中及晚熟型白肉山藥塊莖性狀及產量之影響極大，對70R01之影響則較小，70W04、70W03及山藥臺農1號在 800m 羅娜地區之產量分別只爲 10.9t/ha、10.1t/ha 及 10.4t/ha，而 70R01 仍有 13.7 t/ha 之產量。70W04之生育期爲8個月，但在6個月時其塊莖公頃產量即超過21t/ha，可依市場需要決定採收時期。利用塑膠穴管栽培時，70W04於8個月生長期之產量可達27.6t/ha，約爲一般種植方式之84.4%，但採收極爲方便，且塊莖較長，外觀平直光滑，不受傷損，穴管栽培方式極具參考利用價值。70W04塊莖皮薄肉厚，富含蛋白質 (13.3%) 與澱粉，另具礦物元素 P、K、Ca、S、Mg 及微量元素 Fe、Cu 及 Zn 等成分，此外，其肉質味美、粘度甚高、顏色潔白、且不易褐化，深具食用、加工用及保健價值。

關鍵詞：山藥、產量、品質、塑膠穴管栽培。

山藥爲薯蕷科 (*Dioscoreaceae*) 薯蕷屬 (*Dioscorea*) 之蔓性植物，利用部位爲塊莖 (擔根體)。全球山藥之年產量約爲26×10^{6}t (FAO，1985)，爲國際性重要之糧食作物。全世界薯蕷屬植物共有600多種[4,9,10,16,17]，最具生產力之種原爲 *D. alata* L.、*D. cayenensis* Lam.、 *D. esculenta* (Lour.) Burk. 及 *D. rotundata* (L.) Poir. 等[14-17]，國內則以田薯或紫田薯 (*D. alata* L. 或 *D. alata* L. var. *purpurea* (Roxb.) M. Pouch.)、黃藥 (*D. bulbifera* L.)、基隆山藥 (*D. japonica* Thunb. var. *pseudojaponica* (Hay.) Yamam.) 及恆春山藥 (*D. doryophora* Hance) 爲主，已命名推廣之山藥品種山藥臺農1號，即屬於 *D. alata* 之優良栽培品種[13]。山藥臺農1號具有栽培及採收容易、生長旺盛、適應力大、產量高而穩定、及品質優越之優點，其塊莖大小適中、皮薄、肉厚、色白、多粘液質，富含澱粉、蛋白質及多種必需胺甚酸，另具礦物元素及維生素等成分，營養價值甚高，可供食用、加工用及藥用[3,5,11,13]。其他山藥品種如基隆山藥、恆春山藥及紫田薯等在本省之栽培生產也有一段時間，栽培技術正不斷改進，其產量及品質也都有相當不錯的表現[8,9]，值得大力研發推廣。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1676 號。
2. 本所農藝系研究員、約僱助理、約聘助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所作物種原室助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

本所山藥種原之蒐集始自1960年代，至今種原總數共60種，其中40種屬於白肉山藥系統，20種爲紅肉山藥。由歷年山藥品系觀察與比較結果可知，70W03、70W04及山藥臺農1號等白肉山藥，以及70R01等紅肉山藥同爲本所山藥種原中之優良品系，其中70W04品系尤具特色，在產量與品質兩方面並不亞於山藥臺農1號(2)。

本研究將取用上述4種優良山藥品系，就其植株特性、種薯萌芽、塊莖皮肉比率、肉質成分、顏色與粘度變化等進行比較，同時將探討不同栽培年度、不同栽培地區、不同海拔、不同採收期、不同栽培方式及宿根生長對相關山藥塊莖性狀與產量之影響程度，期能選育更優良山藥品系，及建立更佳栽培模式，供日後農民利用生產之參考。

材料與方法

一、材　料：

晚熟型山藥品系（種）農試品保4號（70W04）及山藥臺農1號（Tainung No. 1）、中熟型山藥品系臺東地方種（70W03）及早熟型山藥品系埔里地方種（70R01）之種薯，其中70W04、Tainung No. 1及70W03爲白肉類山藥，而70R01爲紅肉類山藥。

二、方　法：

植株特性調查：於1992年9月在臺中本所農場山藥試驗田調查參試山藥4品系之葉長、葉寬、葉脈數、柄長及節間長度、葉柄及莖蔓之顏色、形狀及有無翼狀物、開花情形以及有無零餘子，此外另調查各品系間之成熟度及塊莖肉色。每品系調查20株，4重複。

催芽試驗：取用1993年一月採收之70W04及 Tainung No. 1之70g 薯塊爲材料，上覆濕砂約2cm，於同年二月在室溫下、塑膠筒內及生長箱中進行三種處理之萌芽試驗。室溫下利用無洞籃子盛放材料。塑膠筒之大小爲長×寬×高等於100×50×60（cm），頂端覆蓋透明塑膠布，以保持溫度及濕度之穩定。生長箱內日夜溫度設定25°C，RH 爲80％。每處理每品系之薯塊數爲10粒，重複4次。每週調查二次，調查項目爲萌芽率及發芽芽長。

不同栽培年度對山藥塊莖性狀及產量之影響：於1990、1991及1992連續三年在臺中本所農場進行，取用70W04、70W03、70R01及 Tainung No. 1 之70g 薯塊，種植行株距爲100×30cm，每一品系三行植，行長4m，試驗設計爲 RCBD，三重複。肥料用量爲牛糞有機肥5,000kg/ha，及化學肥料硫銨430kg/ha、過磷酸鈣330kg/ha 及氯化鉀150kg/ha，牛糞肥之施用有提高山藥產量之優點(2,7)。1/3量硫銨與全量之牛糞、磷肥及鉀肥於整地混施土中，供作基肥，另兩次氮肥量施於萌芽後2及4個月。試驗區畦面在種植前先覆蓋銀黑色塑膠布，先依株距打洞再種植。調查項目爲田間成活率、塊莖長度、寬度、厚度及長寬比、單株薯粒及薯重，以及公頃產量。

不同栽培地區對山藥塊莖性狀及產量之影響：於1992年在臺中本所農場、桃園區農業改良場新屋本場及花蓮區農業改良場吉安本場進行。除桃園場只取用70W04及 Tainung No. 1 外，餘皆取用上述四種山藥之種薯爲材料。種植與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目悉如前項。

不同海拔對山藥塊莖性狀與產量之影響：於1990年在埔里台糖副產廠農場（600m）及1992年在本所羅娜種原圃（800m）進行，取用上述四種山藥之種薯。種植與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目亦如前項。

不同採收期及不同栽培方式對70W04品系塊莖生育性狀與產量之影響：於1992年4月在臺中本所農場進行，種植方式分爲一般及塑膠穴管（天溝）(1,8)兩種，其他悉如前項。自當年8月起至12月止，每月隨機取樣調查15株，重複三次。天溝爲半圓形，長1m，周長20cm，上方開口約3cm寬，管兩側距前端約20cm處各打洞6個，洞徑1.2cm，洞距5cm，其內先裝填牛糞：砂：田土＝1：1：1之混合介質，再於前端種植薯塊。

第二年生山藥品系70W04塊莖生育性狀與產量之調查：於1991年在臺中本所農場種植70W04約200m²，第1年採收100m²，剩下之植株進行宿根栽培，第二年時重新施肥，管理方式及施肥量如前。自第二年8月份起至12月止，每月隨機取樣調查15株，重複三次。

一般成分分析[6]：水份以普通常壓乾燥法定量。脂肪乃利用 Soxhlet 裝備以石油醚萃取求得之粗脂肪質表之。粗蛋白質之測定採用 semi－micro Kjeldahl 方法，經分解、蒸餾及滴定等步驟計算出總氮量，再換算成粗蛋白質，所乘之係數爲6.25。粗纖維測定乃樣品經弱酸、弱鹼及酒精處理後，經灰化後失去之重量即爲粗纖維。灰分測定乃樣品在600°C燃燒去盡有機物，留下之絕大部分無機物即爲灰分。NFE 値爲100減去含水率、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維及灰分之餘値，其內除含少量有機酸外，大部分爲碳水化合物。礦物元素含量測定乃樣品加入三酸混合液即 HNO_3：$HClO_4$：H_2SO_4＝4：1：1（v/v），靜置後加熱分解，另或加入1N HCl 靜置24小時並過濾，之後皆定量成50ml，並以焰光分析法分析 K，以原子吸光法測 Ca、S、Mg、Fe、Mn、Cu 及 Zn，以鉬黃法測P。

加工品質之檢定：黏度以100g 去皮山藥加3.5倍水後，以果汁機打1分鐘，利用Brookfield viscometer 測定10分鐘。顏色變化測定乃利用日本 Tokyo Denshoku 公司出品之Color Difference Meter（Model TC—6FX）色差儀測山藥塊莖肉色之 L、a、b 値變化，L値愈大表示愈亮愈白，a値爲正値表示趨於紅色，負値表示趨於綠色，b値爲正値表示趨於黃色，負値表示趨於藍色。上述成分與品質分析過程中每處理皆隨機取樣適當量，3～4重複，調查分析後再以平均值表示之，同時進行變方分析，及利用 LSD法比較平均值差異之顯著性。

官能品評：取用上述四種山藥之塊莖，經蒸煮30分鐘後，進行肉質風味、質地及顏色之品評，品評標準如下：5～4爲優、4～3略優、3～2中等、2～1略差及1～0差共五級，品嚐者年齡層分爲20～30歲、30～40歲、40～50歲及60歲以上共四級，人數各6人，男女各半。品評結果以平均値表示。

結果與討論

由本所共60個山藥種原中篩選得到70W04、70W03、70R01及山藥臺農1號等四種材料，此4品系均具高產質優之潛力，值得開發。惟此4品系在植株性狀、田間萌芽率、成活率、塊莖形狀、色澤、產量與品質等方面仍有許多不同。就塊莖肉色區分，除了70R01屬於紅肉山藥系統外，其餘皆屬於白肉山藥系統。由田間觀察與歷年品系比較結果可知，於每年4月份種植山藥後，70R01於10月份地上部蔓葉即已枯黃掉落，可即採收，生育期約6個月，屬於早熟型山藥品系。70W03可於11月份採收，生育期約7個月，屬於中熟型山藥品系。70W04及山藥臺農1號則須於12月份或翌年元月份採收，生育期約8個月或9個月，屬於晚熟型山藥品系（種）。就植株性狀調查結果可知，70R01幼株莖蔓爲紫紅色，成株具綠色莖蔓，方形，有時呈螺旋狀，有4稜翼，翼紫色或淡紫色，幼葉紫紅色，成熟葉綠色，葉柄紫色，基部有紫色翼，塊莖肉色爲紫紅色，70R01具有典型紫田薯（*Dioscorea alata* L. var. *purpurea* M. Pouch.）[9,10]之特性。70W03具綠色莖蔓，方形，多數呈螺旋狀，4稜翼紫色，葉及葉柄綠色，亦具翼，紫色或淡綠色，塊莖肉部白色。70W04具綠色莖蔓，方形或圓形，多數呈螺旋狀，4稜翼淡綠色，葉及葉柄綠色，柄具淡紫色翼或無翼，塊莖肉部白色。山藥臺農1號亦具綠色莖蔓，螺旋方形，蔓翼淡綠色，葉綠色，葉柄綠色，基部有淡綠色翼，塊莖肉部白色，山藥臺農1號具有典型田薯（*D. alata* L.）[9,10]之特性，70W03及70W04二品系則與 *D. alata* 之特性較近。此外，上述4品系於全生育期不見開花，且葉腋間亦不生零餘子。

參試4品系之葉形近似，但以山藥臺農1號及70W03之葉最長且最大，70W04及70R01較短較小。70R01之葉寬6.12cm顯著低於山藥臺農1號之8.86cm，其他二品系之葉寬則介於其中。葉面上主脈數各品系同爲7條，支脈數在70R01爲2條，70W04及山藥臺農1號爲2或4條，70W03則爲2、4或7條。4品系之葉柄長度介於 5.72～8.96cm 間，差異不顯著，節間長度則以山藥臺農1號之 13.72cm 最高，以

70R01之7.30cm 最小（表1）。

表1. 山藥品系間植株葉部、葉柄及節間性狀之比較

Table 1. Comparison on the characteristics of leaf, petiole and internode among four yam genotypes

Genotype	Leaf			Petiole length (cm)	Internode length (cm)
	Length (cm)	Width (cm)	Venation (No.)		
70W04	9.88 b*	7.64 ab	7 a	6.68 a	11.52 ab
70W03	11.50 ab	7.88 ab	7 a	6.84 a	7.54 b
70R01	10.00 b	6.12 b	7 a	5.72 a	7.30 b
Tainung No. 1	12.52 a	8.86 a	7 a	8.96 a	13.72 a

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

以採收後一個月之70g 薯塊爲材料，比較70W04及山藥臺農1號在1993年二月份之室溫下、塑膠筒內及生長箱中萌芽率之差異。由試驗結果可知，70W04在室溫下（Ck）30天之萌芽率爲25%，顯著高於山藥臺農1號之5%。在室溫中塑膠筒內70W04之萌芽率亦較山藥臺農1號爲優，前者在10天、20天及30天三期之萌芽率分別爲75%、80%及96%，皆明顯高於山藥臺農1號之33%、43%及70%。在25°C恆溫之生長箱中，二種山藥在前15天內皆未萌芽，70W04在25及30天時萌芽率達96及100%，分別顯著高於山藥臺農1號之60及80%（表2）。

表2. 山藥塊莖萌芽率之比較

Table 2. Comparison on sprouting rates (%) of two yam genotypes

Genotype	Room temp. (plastic tank)			25°C (growth chamber)			Room temp. (CK)	
	10	20	30(day)	15	25	0 (day)	15	30(day)
	%							
70W04	75 a*	80 a	96 a	0	96 a	100 a	0	25 a
Tainung No. 1	33 b	43 b	70 b	0	60 b	80 b	0	5 b

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% levle by the LSD test.

綜合表2結果可知，參試山藥雖同屬晚熟品系（種），但70W04之發芽比率及發芽速率皆優於山藥臺農1號，且利用塑膠筒之催芽效果不差於25°C恆溫箱者，前者在30天內之發芽率雖低於後者，但其芽長可達10cm，明顯較高於後者之0.2cm。

臺中地區不同栽培年度對山藥塊莖性狀及產量之影響結果列如表3。1990年70W04塊莖之長度達24.8cm，與其他品系之差異顯著。其寬度 6.4cm 及厚度 5.4cm 雖與山藥臺農1號相當，但皆明顯小於70W03及70R01。其長寬比值3.88因此較其他品系爲大。70W04每株莖之平均粒數爲2.4粒，較少於山藥臺農 1 號，惟其每株塊莖收量及田間成活率甚高，公頃產量可達 31.07 t/ha，雖低於山藥臺農 1 號之35.7t/ha，但差異不顯著，且皆明顯高於70W03及70R01。紅肉之70R01之田間成活率最低，只78.2%，導致其公頃產量甚至較70W03爲低（表3）。

表3. 臺中地區不同栽培年度對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 3. Effect of different cultivation years on the characteristics and yield of tuber among four yam genotypes at Taichung area

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	L/W	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
				A. 1990				
70W04	24.8 a*	6.4 b	5.4 b	3.88 a	2.4 b	932 ab	100.0 a	31.07 ab
70W03	15.9 b	11.1 ab	6.4 ab	1.43 b	2.3 b	790 b	96.7 a	25.46 b
70R01	15.6 b	12.2 a	7.5 a	1.28 b	1.2 c	861 b	78.2 b	22.44 b
Tainung No. 1	16.2 b	7.4 b	5.6 b	2.19 b	3.2 a	1,071 a	100.0 a	35.70 a
				B. 1991				
70W04	22.4 a	8.6 c	5.8 b	2.61 a	1.6 b	1,064 a	94.5 ab	33.52 a
70W03	19.5 ab	9.0 bc	6.3 b	2.17 ab	3.0 a	970 a	100.0 a	32.33 a
70R01	13.2 b	10.8 a	6.4 b	1.22 b	1.3 b	812 b	89.3 b	24.17 b
Tainung No. 1	14.6 b	9.7 b	8.6 a	1.51 b	2.8 ab	964 a	97.6 a	31.36 a

* Means followed by the same letter within the column of each year are not significantly different at 5 % level by the LSD test.

1991年70W04之塊莖亦表現最高長寬比值（2.61）之特性，因其塊莖長度最大，而塊莖寬度及厚度卻最小。70W03 之塊莖長度亦不小，塊莖寬度及厚度則偏低，故其塊莖之長寬比值 2.17 只略低於 70W04，而顯著高於70R01及山藥臺農1號 。70R01塊莖之長度與寬度較爲接近 ，長寬比值爲1.22。70W04單株塊莖收量高達1,064g，單株粒數1.6粒，田間成活率爲94.5%，其公頃產量居所有參試山藥品系之冠，達33.52t/ha。70W03及山藥臺農1號之單株塊莖收量亦不低，依次爲970g 及964g，雖略低於70W04，但因其等之田間成活率略高於後者，故三品系在公頃產量間之差異不顯著。70R01之單株粒數仍然最低，只1.3粒，其單株塊莖收量較低於1990年，但田間成活率高出11.1%，故公頃產量較1990年爲高，惟仍顯著低於70W04等山藥品系（表3）。

1992年70W04在臺中地區塊莖性狀之表現與前二年略同，其長寬比值爲3.59，顯著較其他山藥品系爲高，主因仍在於具甚高之塊莖長度（22.78cm），及偏低之寬度，其厚度亦甚小。70W03、70R01及山藥臺農1號在塊莖長度上並無顯著差異，惟70R01之塊莖寬度及厚度較爲偏低，此三品系之長寬比值介於1.32～2.26間，差異不顯著，但遠低於70W04。在單株平均粒數方面以山藥臺農1號之3.1粒居首，而以70W03之1.0粒最低。70W04及山藥臺農1號在單株塊莖收量、田間成活率及公頃產量三方面之表現甚佳，公頃產量依次爲 32.43t/ha 及 31.60t/ha，兩品系由1990至1992三年間在臺中地區之產量表現皆甚高而穩定，70W03 及 70R01 之產量表現則較不穩定，後二品系在1992年之產量各爲 16.43 及 6.53t/ha，主因在於單株收量偏低，此外，紅肉之70R01品系尙有田間成活率不高之缺點（表4）。

表4. 不同栽培地區對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 4. Effect of various locations on the characteristics and yield of tuber among different yam genotypes

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	L/W	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
A. Taichung area (1992)								
70W04	22.78 a*	6.34 b	3.86 b	3.59 a	2.0 b	973 a	100.0 a	32.43 a
70W03	13.01 b	9.88 a	6.36 ab	1.32 b	1.0 b	493 bc	100.0 a	16.43 b
70R01	12.02 b	5.31 b	3.90 b	2.26 b	1.3 b	350 c	56.0 b	6.53 c
Tainung No. 1	13.23 b	8.38 ab	6.81 a	1.58 b	3.1 a	948 a	100.0 a	31.60 a
B. Tauyean area (1992)								
70W04	25.70 a	9.40 a	7.30 b	2.73 a	2.8 a	991 a	100.0 a	33.03 a
Tainung No. 1	18.50 b	10.10 a	9.30 a	1.83 b	2.5 a	974 a	100.0 a	32.47 a
C. Hualien area (1992)								
70W04	28.53 a	10.17 a	5.83 b	2.81 a	1.3 c	910 b	91.1 ab	27.63 b
70W03	21.93 ab	8.17 a	5.43 b	2.68 ab	2.3 a	855 b	92.2 ab	26.28 b
70R01	16.35 b	11.27 a	7.50 ab	1.45 c	1.8 b	1,150 a	75.6 b	28.98 b
Tainung No. 1	15.63 b	10.13 a	8.80 a	1.54 bc	2.3 a	1,066 a	97.8 a	34.75 a

* Means followed by the same letter within the column of each location are not significantly different at 5% level by the LSD test.

1992年70W04在其他二地區（桃園場及花蓮場）塊莖性狀之表現與臺中相似，同具有甚高之塊莖長度及甚大之長寬比值等特性。其在桃園場之產量33.03t/ha高於山藥臺農1號，而在花蓮場之田間成活率則略低，而致其公頃產量只爲27.63t/ha。山藥臺農1號則反之，其公頃產量在此二地區都相當高，花蓮區產量高達34.75t/ha，桃園區爲32.47t/ha。70R01在花蓮區之單株塊莖收量高達1,150g，雖其田間成活率只爲75.6%，仍有29t/ha之生產潛力。70W03在花蓮之產量達26.28t/ha，較臺中1992年之產量爲高（表4）。

綜合表3及表4之結果可知，在1990至1992三個栽培年度及臺中、桃園與花蓮三個地方，晚熟型山藥品系70W04及山藥臺農1號之平均公頃產量依次爲31.54及33.18t/ha，可歸類爲高產山藥品系，中熟型山藥品系70W03之平均產量爲25.13t/ha，早熟型山藥品系70R01爲20.53t/ha（後二者未參加桃園地區試驗）。70W04在桃園之產量高於山藥臺農1號，惟在花蓮則顯著低於後者，此外，70W03及70R01在臺中地區之產量皆低於70W04，而在花蓮則有26t／ha之生產力，與70W04產量間之差異不顯著，是否有適地性問題，值得進一步深入探討。

不同海拔對四種參試山藥塊莖性狀與產量之影響結果列如表5。70W04之塊莖長度在600m 海拔之埔里試區仍高出其他山藥品系甚多，山藥臺農1號則反之，塊莖長度最小。紅色品系70R01之塊莖長度雖不高，卻具有最大的寬度（10.92cm）。在塊莖厚度方面以70R01及山藥臺農1號之表現較優於70W04及70W03。70W04塊莖之長寬比值3.34明顯較高於其他山藥品系。在單株塊莖平均收量方面，1990年埔里地區以70W03之表現最佳，惟由於70W03之田間成活率只爲6.7%，導致其產量奇差，只爲1.49t/ha。70W04雖只具次高之單株塊莖收量及田間成活率，其產量15.55t/ha卻因之而高居首位。山藥臺農1號之單株收量392g 雖然最低，但因具最高之田間成活率，故產量之表現亦不差，僅次於70W04。在1992年羅娜地區之比較結果則以紅肉之70R01表現最佳，在塊莖性狀方面，70R01具有

最大之塊莖寬度及厚度，由其長寬比值1.36可知，其塊莖形狀較接近扁圓形。70R01單株塊莖收量爲593g，公頃產量爲13.72t/ha，同屬羅娜地區1992年參試山藥品系中表現最佳者。70W04之單株塊莖收量雖不差，但田間成活率則偏低，影響其產量不小（表5）。海拔所形成之環境變化[12]對參試山藥塊莖產量之影響甚大，對白肉山藥三品系之影響尤甚，海拔愈高三白肉山藥品系之產量愈低。三品系中以 70W04 之表現較佳，而 70W03 在 600m 埔里地區之產量太低，可能肇因人工除草失誤之故。70R01在800m 羅娜地區仍有13.7t/ha 之生產潛力，高於其他三種白肉品系。

表5. 不同海拔對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 5. Effect of different altitudes on the characteristics and yield of tuber among four yam genotypes

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	L/W	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
				A. 600m (Puli, 1990)				
70W04	20.97 a*	6.28 b	3.14 c	3.34 a	1.5 bc	538 ab	86.7 b	15.55 a
70W03	14.24 b	7.14 b	5.36 b	1.99 b	2.0 ab	667 a	6.7 c	1.49 c
70R01	14.59 b	10.92 a	6.87 a	1.34 b	1.2 c	428 b	86.7 b	12.37 b
Tainung No. 1	11.92 b	6.19 b	6.40 ab	1.93 b	2.3 a	392 b	100.0 a	13.07 b
				B. 800m (Lona, 1992)				
70W04	20.07 a	7.06 b	3.19 c	2.84 a	1.9 a	510 ab	63.8 a	10.85 b
70W03	16.65 b	8.41 b	4.50 b	1.98 b	1.7 ab	431 b	70.5 a	10.13 b
70R01	15.29 b	11.24 a	7.02 a	1.36 b	1.1 b	593 a	69.4 a	13.72 a
Tainung No. 1	13.25 b	6.47 b	6.79 ab	2.05 ab	1.9 a	449 b	69.3 a	10.37 b

* Means followed by the same letter within the column of each altitude are not significantly different at 5% level by the LSD test.

不同採收期及不同栽培方式對70W04品系塊莖生育性狀與產量之影響結果列如表6。70W04品系於1992年4月份種植，栽培方式分成一般及塑膠穴管（天溝）兩種。經過4個月（即當年8月）的田間生長後，新塊莖即開始成形，並持續進行塊莖之充實、整形及膨大過程。於田間利用一般方式栽培生長4、5、6、7及8個月時，70W04單株塊莖收量依次分別爲145、191、633、805及980g，其單株塊莖粒數介於1.7～2.3粒間，塊莖長度介於15.6～28.5cm間，塊莖寬度介於3.0～6.8cm間，塊莖厚度介於26.3～67.0mm 間，塊莖公頃產量介於4.83～32.67t/ha 間。栽培方式改爲穴管種植時，70W04在生長4～8個月間之單株塊莖收量介於87～827g 間，除了第5個月穴管之245g 較高外，其他皆以一般栽培法較高。穴管之單株塊莖粒數始終維持1粒。而其塊莖長度除了第4個月小於一般栽培法外，自第5個月起即超越後者，於第8個月時超長達10.7cm。在塊莖寬度方面則以穴管者略小，惟差異並不顯著。在塊莖厚度方面，穴管者自第6個月起即較低，在第8個月時相差幾達25mm。在塊莖公頃產量方面，除了第5個月穴管之產量較高外，餘皆以一般栽培方式者較高，惟就薯形之整齊程度及薯皮之光滑程度、田間採收之省工程度、以及採收破損率而言，穴管栽培之70W04都佔絕對優勢，其第8個月時之產量可達27.6t/ha，亦達高產標準，且破損率爲0，遠非一般方式之35%所可比擬[1,8]（圖1），深具參考利用價值。一般種植方式在第 6個月時產量可達21.1t/ha，第7個月達26.8t/ha，第8個月爲32.7t/ha，可依市場需求及價格來決定70W04之採收時期。利用穴管栽培70W04，須有7個月之生長時期，才有近20t／ha之產量(表6)。

A

B

圖1. 栽培方式對山藥品系70W04塊莖形狀之影響. A：一般方式，B：塑膠穴管

Fig. 1. Effect of different planting methods on the tuber shape of yam line 70W04.
A: normal method, B: plastic pipe method.

表6. 不同採收期及不同栽培方式對山藥70W04塊莖生育性狀與產量之影響

Table 6. Effects of diffrernt harvest dates and planting methods (normal or plastic pipe) on the characteristics and yield of yam line 70W04

Growth month	Planting method	Weight (g/pl)	Number (No/pl)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
4	Normal	145 a*	1.7 a	15.6 a	3.0 a	26.3 a	4.83 a
	Pipe	87 b	1.0 b	12.4 b	2.3 a	25.9 a	2.90 b
5	Normal	191 b	1.7 a	15.8 b	3.6 a	27.5 b	6.37 b
	Pipe	245 a	1.0 b	24.5 a	2.8 a	32.8 a	8.17 a
6	Normal	633 a	2.3 a	26.3 a	4.8 a	41.4 a	21.02 a
	Pipe	377 b	1.0 b	26.4 a	5.2 a	38.6 a	12.57 b
7	Normal	805 a	2.3 a	26.0 b	5.4 a	48.3 a	26.83 a
	Pipe	595 b	1.0 b	32.6 a	5.0 a	39.9 b	19.83 b
8	Normal	980 a	2.3 a	28.5 b	6.8 a	67.0 a	32.67 a
	Pipe	827 b	1.0 b	39.2 a	6.0 a	42.1 b	27.57 b

* Means followed by the same letter within the column of each growth month are not significantly different at 5% level by the LSD test.

70W04經宿根再栽培一年，由第16個月開始至20個月分五次採收，其單株塊莖收量及塊莖公頃產量以第20個月者較佳，依次各爲 1,084g/plant 及 36.13t/ha，惟若與第8個月之採收結果比較，其間之差異似乎不大。故就70W04而言，若於每年4月種植，於12月時即可採收，生育期約8個月（表7）。

表7. 第二年生山藥品系70W04塊莖生育性狀與產量之比較

Table 7. Comparison on the characteristics and yield of 70W04 tubers during the second year of cultivation

Growth month	Weight (g/pl)	Number (No/pl)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
16	263 c*	2.5 a	15.8 c	3.6 c	27.3 b	8.77 c
17	294 c	3.0 a	22.0 bc	4.0 bc	40.6 ab	9.80 c
18	645 b	3.0 a	26.0 b	4.4 bc	48.2 ab	21.50 b
19	835 b	3.0 a	31.5 ab	5.5 b	48.6 ab	27.83 b
20	1,084 a	3.5 a	35.0 a	7.1 a	53.1 a	36.13 a

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

綜合比較臺中地區三個栽培年度（1990～1992）之採收結果可知，70W04及山藥臺農1號之單株塊莖收量及塊莖公頃產量皆遠高於70W03及70R01。70W04及山藥臺農1號之平均公頃產量各爲32.34 t/ha 及32.89t/ha，明顯較70W03之24.74t/ha及70R01之17.71t/ha爲高。70W04塊莖之皮重比率爲10.5%，明顯較其他山藥爲低，其皮部含水量76.9%略低於70W03及山藥臺農1號，而較70R01爲高。70W04塊莖肉部比重達89.5%，明顯較其他三品系爲高，其肉部含水率72.1%則較70W03爲低，而與70R01及山藥臺農1號間之差異不顯著。相較於山藥臺農1號之塊莖，70W04之皮較薄，肉較厚，惟因其肉部含水率及塊莖公頃產量略低於山藥臺農1號，故其塊莖乾肉公頃產量8.08t/ha 略低於山藥臺農1號之8.10t/ha，其間之差異不顯著，但二品系之乾肉產量皆明顯高於70W03及70R01（表8）。

表8. 山藥塊莖皮部與肉部鮮重比率及乾肉產量之比較

Table 8. Comparison on the partition ratios of fresh weight between skin and flesh of tuber and yield of dried tuber meat among four yam genotypes

Genotype	Tuber skin		Tuber flesh		Tuber** yield (t/ha)	Yield of dried tuber meat (t/ha)
	Weight (%)	H_2O (%)	Weight (%)	H_2O (%)		
70W04	10.5 b*	76.9 ab	89.5 a	72.1 b	32.34 ab	8.08 a
70W03	14.0 a	79.8 a	86.0 b	77.4 a	24.74 bc	4.81 b
70R01	13.7 a	71.4 b	86.3 b	68.7 b	17.71 c	4.78 b
Tainung No. 1	13.0 ab	78.8 ab	87.0 b	71.7 b	32.89 a	8.10 a

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

**Mean yield of tuber was calculated from three years of cultivation (1990～1992) at Taichung area.

四種參試山藥塊莖乾肉一般成分之比較結果列如表9。70W04塊莖肉質部分經70°C烘乾24小時後，其乾肉尙含水分11.71%，只略低於70W03之11.78%，而明顯高於70R01及山藥臺農1號。其蛋白質含量為13.32%，較70R01之14.58%為低，但高於70W03之10.06%及山藥臺農1號之12.26%。70W04之脂肪含量為0.75%，與山藥臺農1號之0.73%相當，但顯著低於70R01，而高於70W03。在粗纖維及灰分含量方面，70W04明顯低於70W03及70R01，但與山藥臺農1號間則無顯著差異。在無氮抽出物（NFE）方面，則參試山藥品系間之差異不明顯。由上述結果可知，紅肉品系70R01含最高量之蛋白質，在三種白肉山藥品系中則以70W04之蛋白質含量最高，由於一般山藥之澱粉含量不低[14]，由表中之 NFE 值推測，70W04之澱粉含量亦屬不低（表9）。

表9. 山藥塊莖乾肉一般成分比較

Table 9. Comparison on the gross composition of dried tuber meat among four yam genotypes

Genotype	H_2O	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	NFE**
			—%			
70W04	11.71 ab*	13.32 b	0.75 b	1.50 c	2.91 c	69.81 a
70W03	11.78 a	10.06 c	0.58 b	2.34 a	4.20 a	71.04 a
70R01	11.08 c	14.58 a	0.93 a	2.30 ab	4.10 ab	67.01 a
Tainung No. 1	11.46 bc	12.26 b	0.73 b	1.98 b	3.06 bc	70.51 a

* Means followed by the same letter within the column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

**NFE=nitrogen free extract.

在塊莖乾肉礦物元素含量之比較方面，70R01含 P 量最高，達203mg/100g，70W04、70W03及山藥臺農1號含 P 量間之差異不顯著。70W04之含 K 量與70W03近似，但都明顯低於70R01及山藥臺農1號，山藥臺農1號含 K 量高達1,826mg/100g。在 Ca含量方面以70R01及山藥臺農1號明顯較高於70W04及70W03。70W04則含最高量之 S，為128mg/100g，顯著高於70W03、70R01及山藥臺農1號。70W04之 Mg 含量 60.7mg/100g 只略高於70W03及山藥臺農 1 號，但三者皆明顯低於70R01之72.8mg/100g。四種參試山藥在 Fe、Mn、Cu 及 Zn 四種微量元素之含量都偏低，其中 70R01 含 Fe 量較高，Cu 含量則偏低。山藥臺農 1 號為含 Mn 及 Zn 略高之山藥品種，惟其量亦不高(表10)。

表10. 山藥塊莖乾肉礦物元素含量比較

Table 10. Comparison on the element contents of dried tuber flesh among four yam genotypes

Genotype	P	K	Ca	S	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	mg/100 g								
70W04	187 [b*]	1,391 [c]	31.6 [bc]	128 [a]	60.7 [b]	4.1 [b]	0	0.8 [ab]	1.2 [b]
70W03	190 [b]	1,507 [bc]	26.7 [c]	112 [c]	56.4 [b]	2.0 [c]	0	0.8 [ab]	1.3 [b]
70R01	203 [a]	1,660 [b]	70.2 [ab]	110 [c]	72.8 [a]	6.0 [a]	0	0.5 [b]	1.4 [b]
Tainung No. 1	118 [c]	1,826 [a]	74.8 [a]	115 [bc]	58.0 [b]	3.1 [bc]	0.5	0.9 [a]	2.1 [a]

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

山藥塊莖肉質部分之顏色變化及褐化時間之調查結果列如表11。經過48小時後70W04及山藥臺農1號之 L 值（亮度）呈下降趨勢，而70W03及70R01則反之，呈上升現象。平均之 L 值以70W03之78.98最高，次爲70W04之76.76及山藥臺農 1 號之71.61，而70R01之46.18則明顯偏低。四種品系以70R01之平均a值10.42最高，表示其肉色偏紅，其他三品系間之平均a值皆爲負值。70W04、70W03及山藥臺農1號三者之 b 值較大，70R01之 b 值3.25則較低，表示其肉色偏向藍色。四品系之塊莖在削皮後10分鐘內即呈明顯顏色褐變者爲70R01，其他三品系於30分內未見顏色褐變情形（表11）。

表11. 山藥塊莖肉質部分之顏色變化及褐化時間

Table 11. Colour changes and browning time of tuber flesh among four yam genotypes

Genotype	Determine interval (hr)	Colour change L	Colour change a	Colour change b	Browning (min)
	0	79.48	−5.70	10.03	
	24	75.98	−5.28	12.31	
70W04	48	74.81	−4.72	16.19	
	Average	76.76	−5.23	12.84	>30
	0	70.20	−5.66	10.06	
	24	83.19	−4.33	12.47	
70W03	48	83.54	−3.04	13.52	
	Average	78.98	−4.34	12.02	>30
	0	40.12	12.80	−2.81	
	24	47.83	11.70	3.53	
70R01	48	50.60	6.75	9.04	
	Average	46.18	10.42	3.25	<10
	0	75.25	−5.52	9.83	
	24	70.32	0.58	9.88	
Tainung No. 1	48	69.27	2.17	10.72	
	Average	71.61	−0.92	10.14	>30

四種山藥品系塊莖肉質部分之粘度變化結果列如表12。在48小時內粘度呈上升趨勢的有70W04及70W03，70R01呈驟降現象，山藥臺農1號則較爲穩定。48小時至72小時間70W04、70W03及山藥臺農1號皆呈下降趨勢，而70R01不降反升。比較削皮後三天內平均粘度之大小，以70W04之189 centipoises 最高，其次爲 70R01 及山藥臺農1號，70W03 之平均粘度爲 41centipoises，只約爲70W04之22%，粘度甚低（表12）。

表12. 山藥塊莖肉質部分之粘度比較

Table 12. Comparison on viscosity of tuber flesh within 72 hours of peeling off the skin among four yam genotypes

Genotype	Determine interval (hr)	Viscosity (centipoise)
70W04	0	147
	24	210
	48	230
	72	168
	Average	189
70W03	0	41
	24	43
	48	44
	72	34
	Average	41
70R01	0	486
	24	47
	48	34
	72	90
	Average	164
Tainung No. 1	0	158
	24	155
	48	177
	72	156
	Average	162

官能品評結果如圖2所示，70W04在肉質風味方面居參試山藥之冠，其質地雖略差於70R01，與山藥臺農1號近似，但較70W03爲優，在肉質色澤方面亦較優於其他參試品系（圖2）。

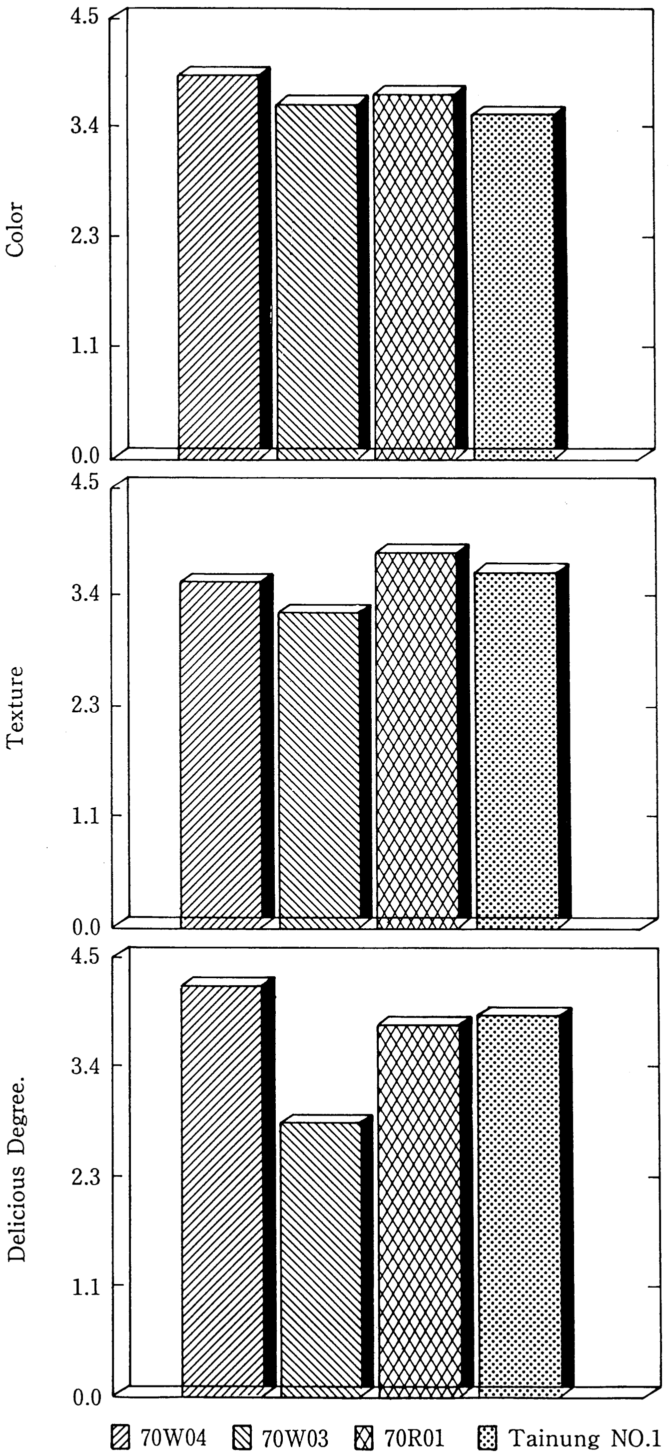

圖2. 山藥品系塊莖肉部風味、質地與顏色之品評比較

Fig. 2. Comparison of oral test on delicious degree, texture, and color among four yam genotypes.

誌　謝

本研究承蒙行政院農業委員會補助經費（81食品會報3—1），謹致謝意。

引用文獻

1. 山藥促銷與編輯小組。1993。山藥之利用與栽培。臺灣省農業試驗所及花蓮區農業改良場編印。臺中縣及花蓮縣。
2. 王昭月、賴永昌、譚增偉、劉新裕。1992。山藥之生產促進及省工栽培研究。中華農業研究 41：43—52。
3. 行政院衛生署中藥典範編輯委員會。1985。山藥。中華民國中藥典範第一輯。pp：577—579及660—664。
4. 那琦、甘偉松、楊榮季。1978。臺灣產藥材之生藥學研究（IV）臺灣產零餘子之生藥學研究。中國醫藥學院研究年報 9：330—375。
5. 林俊清。1986。山藥。新編生藥學（第I集）。高雄醫學院出版。高雄市。pp：116—123。
6. 畜產試驗所。1987。飼料化驗分析技術手册。臺灣省畜產試驗所編印。
7. 張進益.1988。山藥。經濟植物集。豐年社出版。pp：44—49。
8. 彭德昌。1988。利用塑膠管栽培長形山藥。豐年社出版。豐年 38：49—52。
9. 劉棠瑞、黃增泉。1962。臺灣之薯蕷屬植物。Botanical Bulletin of Academia Sinica 第三卷。臺北市。
10. 劉棠瑞、黃增泉.1978。*Dioscoreaceae* 薯蕷科。Flora of Taiwan。pp：100—109。
11. 劉新裕。1989。千里達山藥之生產能力與品質分析研究。中華農業研究 38：312—325。
12. 劉新裕、呂秀英、王昭月、賴永昌。1990。環境因子對山藥生產與產量之影響。中華農業研究 39：287—296。
13. 劉新裕、王昭月、徐原田、段中漢。1992。山藥臺農1號之育成。中華農業研究 41：140—158。
14. Bradbury, J. H. and W. D. Holloway. 1988. Chemistry of Tropical Root Crops. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. pp：27—98.
15. Onwueme, I. C. 1978. Origin, Classification, and growth cycle of the yam plant. The Tropical Tuber Crops. Pitman Press, New York. pp：3—16.
16. Tindall, H. D.1983. *Dioscoreaceae.* Vegetable in the Tropics. Macmillan Press, London. pp: 201—224.
17. Yamaguchi, M.1983. Yam. World Vegetable. AVI publishing company, U. S. A. pp: 139—147.

Studies on the Selection, Cultivation, and Quality of Yam (*Dioscorea alata* L.) Line 70W04[1]

Sin-Yie Liu[2], Jau-Yueh Wang[3], Li-Mei Son[2] and Chieh-Chih Kao[2]

Summary

Taxonomically, yam line 70W04 is suggested to be under *Dioscorea alata* L. although its identification has yet to be determined. It possesses similar botanical characteristics of yam cultivar Tainung No. 1, a typical *Dioscorea alata* L. Both have a growth duration of 8 to 9 months, and belong to the late maturity class of yam. Field studies were conducted to investigate the agronomic and yield performance of these two genotypes along with two other yam lines, 70W03 and 70R01. Experimental results obtained from three consecutive years of cultivation at Taichung area and one year at three different locations indicated that both 70W04 and Tainung No. 1 exhibited high and stable yield potential with average tuber yield over 31 t/ha. The two genotypes also had a much better performance in field survival rate and mean tuber yield per plant as compared to other entries. Cultivation at high altitude showed detrimental effect on the yield performance of yam. The yields of 70W04, 70W03, and Tainung No. 1 at Lona (altitude 800 m) were only 10.9，10.1, and 10.4t/ha, respectively, whereas 70R01 had a yield of 13.7t/ha. Harvest of line 70W04 at 6, 7, and 8 months after planting resulted in tuber yield of 21.1, 26.8, and 32.7t/ha, respectively. In other words, harvest could be done starting from the 6th month after planting to meet the market demand and the need of a certain rotation system. By cultivating line 70W04 in plastic pipes for 8 months, a yield of 27.6 t/ha was obtained. Although the yield was lower than that from normal cultivation, this method was still strongly recommended because the produced tubers were uniform in shape with high appearance quality. There was no mechanical damage to the tubers during the process of harvest. Yam line 70W04 possesses many superior characteristics such as thin skin, thick flesh with high quality texture, high viscosity, and high contents of protein (13.3%), starch, and many mineral elements. It is suitable for table use, processing and making foods for healthy purposes.

Key words : Yam (*Dioscorea alata* L.), Yield, Quality, Plastic-pipe culture.

---

1. Contribution No. 1676 from Taiwan Agricultural Research Institute. This project was support in part by a grant from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.
2. Respectively, senior agronomist, project assistant, and project assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.
3. Research assistant, Office of Plant Germplasm, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, R.O.C.